

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-261078

(43)公開日 平成6年(1994)9月16日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 4 L 12/66  
12/28

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

8732-5K

8732-5K

H 0 4 L 11/ 20

11/ 00

B

3 1 0 C

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 20 頁)

(21)出願番号

特願平5-42351

(22)出願日

平成5年(1993)3月3日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 村上 俊彦

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 塚越 雅人

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者 高田 治

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(74)代理人 弁理士 薄田 利幸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 テーブル検索方法及びルータ装置

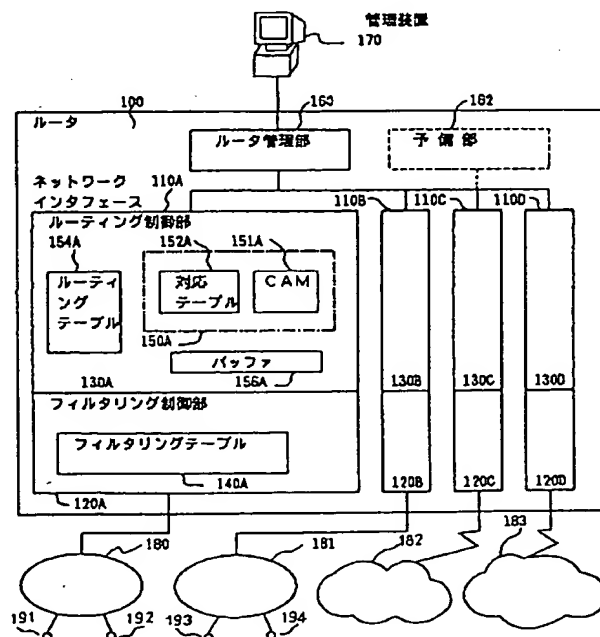
(57)【要約】

【目的】 ルータのルーティング処理の高速化を図る。

【構成】 ルータ100内の複数のネットワークインタフェース110が、フィルタリング制御部120とルーティング制御部130を持ち、フィルタリング制御部120はフィルタリングテーブル140を持ち、ルーティング制御部130は検索キーを置くCAM151と、ポインタを置く対応テーブル152と、ルーティングテーブル154を持つ。ルーティングテーブル検索のキャッシュメモリ150として、CAM151と対応テーブル152を設けることにより、検索回数の多い宛先アドレスがキャッシュメモリに登録される。

【効果】 テーブル検索時の高速化を図り、ルーティング処理能力を向上させることができる。また、対応テーブルを設けていることにより、CAMによるエントリサイズ等の制約を解決できる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の端末が接続される複数のネットワークと、これらのネットワークを相互に接続するための複数のネットワークインタフェースとを備え、各ネットワークインタフェースはルーティングテーブル及び該ルーティングテーブル検索用のキャッシュメモリを有するルータ装置を備えた通信システムにおいて、異なるネットワークに接続されている端末間の通信情報を受信し、受信パケットから宛先アドレスを抽出し、該宛先アドレスを検索キーとして上記ルーティングテーブルを検索し、該情報を他のネットワークへ中継する、通信システムにおけるテーブルの検索方法であって、

上記ルーティングテーブル上の該当エントリへのポイントが得られた宛先アドレスを上記キャッシュメモリのCAMに登録し、上記CAMのエントリにリンクしているエントリを持つ対応テーブルに、上記ルーティングテーブルの該当エントリへのポイントを登録し、  
同じ宛先アドレスに対して再度上記ルーティングテーブルを検索する場合に、上記CAMに宛先アドレスの照合を行い、該当アドレスの登録有りの場合には上記CAMの該当アドレスが登録されているエントリにリンクしている上記対応テーブルのエントリから上記ルーティングテーブルへのポイントを得ることを特徴とするテーブル検索方法。

【請求項2】複数の端末が接続される複数のネットワークと、これらのネットワークを相互に接続するための複数のネットワークインタフェースとを備えた通信システムにおいて、異なるネットワークに接続されている端末間の通信情報を受信し、受信パケットから宛先アドレスを抽出し、該宛先アドレスを検索キーとして上記ネットワークインタフェース内のルータ装置のルーティングテーブルを検索し、該情報を他のネットワークへ中継する通信システムであって、

上記ルータ装置は、ルーティングテーブルと、ISOのOSI参照モデルの第3レイヤであるネットワークレイヤのアドレスと第2レイヤであるデータリンクレイヤのアドレスとのマッピングを行うためのアドレス解決テーブルとを有し、

上記ルーティングテーブル及びアドレス解決テーブルの検索において、該テーブル上の該当エントリへのポイントが得られた宛先アドレスをキャッシュメモリのCAMに登録し、上記CAMのエントリにリンクしているエントリを持つ対応テーブルに、上記テーブルの該当エントリへのポイントを登録し、

同じ宛先アドレスに対して再度上記テーブルを検索する場合に、上記CAMに宛先アドレスの照合を行い、該当アドレスの登録有りの場合には上記CAMの該当アドレスが登録されているエントリにリンクしている上記対応テーブルのエントリから上記テーブルへのポイントを得ることを特徴とするテーブル検索方法。

【請求項3】複数の端末が接続される複数のネットワークと、これらのネットワークを相互に接続するための複数のネットワークインタフェースとを備えた通信システムにおいて、異なるネットワークに接続されている端末間の通信情報を受信し、受信パケットから宛先アドレスを抽出し、宛先アドレスを検索キーとして上記ネットワークインタフェース内のルータ装置のルーティングテーブルを検索し、該情報を他のネットワークへ中継する通信システムであって、

10 上記ルータ装置は、ISOのOSI参照モデルの第3レイヤであるネットワークレイヤのアドレスと第2レイヤであるデータリンクレイヤのアドレスとのマッピングを行うためのアドレス解決テーブルと、ブリッジのフィルタリングテーブルとを有し、

上記いずれかのテーブルの検索において、該テーブル上の該当エントリへのポイントが得られた宛先アドレスをキャッシュメモリのCAMに登録し、上記CAMのエントリにリンクしているエントリを持つ対応テーブルに、上記テーブルの該当エントリへのポイントを登録し、

20 同じ宛先アドレスに対して再度上記テーブルを検索する場合に、上記CAMに宛先アドレスの照合を行い、該当アドレスの登録有りの場合には上記CAMの該当アドレスが登録されているエントリにリンクしている上記対応テーブルのエントリから上記テーブルへのポイントを得ることを特徴とするテーブル検索方法。

【請求項4】請求項1、2もしくは3に記載のテーブル検索方法において、

受信パケットから宛先アドレスを抽出し、

30 上記CAMに上記宛先アドレスの照合を行い、上記宛先アドレスの登録の有無を判定し、

登録有りの場合には上記CAMの該当宛先アドレスが登録されているエントリにリンクしている上記対応テーブルのエントリから上記テーブルへのポイントを獲得し、登録なしの場合には上記宛先アドレスを検索キーとして直接上記テーブルを検索することを特徴とするテーブル検索方法。

【請求項5】請求項1、2もしくは3に記載のテーブル検索方法において、

受信パケットから宛先アドレスを抽出し、

40 上記宛先アドレスを検索キーとして直接上記テーブルを検索し、

上記宛先アドレスが格納されているエントリが見つかった場合には、上記宛先アドレスを上記CAMの空エントリに登録し、

該エントリにリンクしている上記対応テーブル内のエントリに、上記テーブルの該当エントリへのポイントを登録することを特徴とするテーブル検索方法。

【請求項6】請求項5に記載のテーブル検索方法において、

50 上記テーブル検索のための検索キーである上記宛先アド

レスが上記CAMのエントリのサイズより大きい場合、上記検索キーを上記CAMのエントリサイズに変更するハッシュ関数を用いることを特徴とするテーブル検索方法。

【請求項7】請求項6に記載のテーブル検索方法において、上記受信パケットから上記宛先アドレスを抽出し、該宛先アドレスを、上記検索キーを上記CAMのエントリサイズに変更する上記ハッシュ関数に通し、上記ハッシュ関数を通した上記宛先アドレスを検索キーとして上記CAMに照合を行うことを特徴とするテーブル検索方法。

【請求項8】請求項5に記載のテーブル検索方法であって、プロトコルの種類により、上記テーブル検索のための検索キーとして、上記宛先アドレスとその他の情報を使用する場合に、上記CAMのエントリに該宛先アドレスと該その他の情報を登録することを特徴とするテーブル検索方法。

【請求項9】複数の端末が接続される複数のネットワークと、これらのネットワークを相互接続するための複数のネットワークインタフェースとを備え、各ネットワークインタフェースはルーティングテーブルを有するルータ装置を有し、異なるネットワークに接続されている端末間の通信情報を受信し、受信パケットから宛先アドレスを抽出し、宛先アドレスを検索キーとしてルータ装置のルーティングテーブルを検索し、該情報を他のネットワークへ中継するネットワーク装置において、上記ルータ装置は、

上記ルーティングテーブル上の該当エントリへのポインタが得られた宛先アドレスを上記キャッシュメモリ登録するエントリを持つCAMと、上記ルーティングテーブルの上記該当エントリへのポインタを登録するエントリを持つ対応テーブルとを有するキャッシュメモリと、宛先アドレスに関して上記ルーティングテーブルを検索する際、上記CAMに宛先アドレスの照合を行い、該当アドレスの登録有りの場合には上記CAMの該当アドレスが登録されているエントリにリンクしている上記対応テーブルのエントリから上記ルーティングテーブルへのポインタを得るルーティング制御回路とを備えていることを特徴とするルータ装置。

【請求項10】複数の端末が接続される複数のネットワークと、これらのネットワークを相互に接続するための複数のネットワークインタフェースとを備え、異なるネットワークに接続されている端末間の通信情報を受信し、受信パケットから宛先アドレスを抽出し、宛先アドレスを検索キーとしてネットワークインタフェースのルータ装置のルーティングテーブルを検索し、該情報を他のネットワークへ中継する通信システムにおいて、上記ルータ装置は、ルーティングテーブルと、ISOのOSI参照モデルの第3レイヤであるネットワークレイ

ヤのアドレスと第2レイヤであるデータリンクレイヤのアドレスとのマッピングを行うためのアドレス解決テーブルとを備え、

さらに、上記各テーブルに対応して各々、上記各テーブル上の該当エントリへのポインタが得られた宛先アドレスを登録するCAMと、該CAMのエントリにリンクしているエントリを持ち上記テーブルの該当エントリへのポインタを登録する対応テーブルとを有するキャッシュメモリと、

宛先アドレスに関して上記テーブルを検索する際、上記CAMに宛先アドレスの照合を行い、該当アドレスの登録有りの場合には上記CAMの該当アドレスが登録されているエントリにリンクしている上記対応テーブルのエントリから上記テーブルへのポインタを得るルーティング制御回路とを備えていることを特徴とするルータ装置。

【請求項11】複数の端末が接続される複数のネットワークと、これらのネットワークを相互に接続するための複数のネットワークインタフェースとを備えた通信システムにおいて、異なるネットワークに接続されている端末間の通信情報を受信し、受信パケットから宛先アドレスを抽出し、宛先アドレスを検索キーとしてネットワークインタフェース内のルータ装置のルーティングテーブルを検索し、該情報を他のネットワークへ中継する通信システムであって、

上記ルータ装置は、ルーティングテーブルと、ISOのOSI参照モデルの第3レイヤであるネットワークレイヤのアドレスと第2レイヤであるデータリンクレイヤのアドレスとのマッピングを行うためのアドレス解決テーブルと、ブリッジのフィルタリングテーブルとを備え、かつ、上記各テーブルに対応して各々、上記テーブル上の該当エントリへのポインタが得られた宛先アドレスを登録するCAMと、上記CAMのエントリにリンクしているエントリを持ち上記テーブルの該当エントリへのポインタを登録する対応テーブルとを有するキャッシュメモリと、

宛先アドレスに関して上記テーブルを検索する場合に、先ず上記CAMに宛先アドレスの照合を行い、該当アドレスの登録有りの場合には上記CAMの該当アドレスが登録されているエントリにリンクしている上記対応テーブルのエントリから上記テーブルへのポインタを得るルーティング制御回路とを備えていることを特徴とするルータ装置。

【請求項12】請求項9、10もしくは11に記載のルータ装置において、

上記CAMは、上記テーブル検索のための検索キーを有し、

上記CAMのエントリと上記対応テーブルのエントリが1対1又は1対多数にリンクしていることを特徴とするルータ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、通信システムのルータにおけるルーティングテーブル検索方式に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】複数の端末が接続される複数のLAN及びWANと、これらを相互接続するための複数のネットワークインタフェースを持つブリッジ機能を持つルータ（ブルータ、ブリッジングルータと呼ばれることもある）において、異なるネットワークに接続されている端末間の通信情報を受信したルータは、その情報を他のネットワークへ中継（ルーティング）しなければならない。そのために宛先ネットワークアドレスとそのネットワークアドレスを持つネットワークに到達するための次のルータのネットワークアドレス及び送出するネットワークインタフェースの番号を1エントリとするデータベースを持つ。

【0003】近年はネットワークの伝送速度がますます高速化し、ネットワークの大規模化により、上記のルーティング処理の高速化が要求されている。これらの処理の高速化方式としては、例えば論文「LANのアドレスフィルタリングを超高速に処理する16kbitストリングサーチエンジンLSI」（電子情報通信学会論文誌1989年5月 Vol. J72-C-II No.

5）に記載された方式がある。上記従来技術は、ブリッジにおけるフィルタリングテーブルの高速検索方式を示したものであり、フィルタリングテーブル自身を連想メモリ（以下CAM: Content Addressable Memoryと称す）に登録して、フィルタリングテーブルの登録/検索処理をハードウェアで行うことにより、フィルタリング処理の高速化を図っている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術の場合、フィルタリング処理の高速化は図れるが、フィルタリングテーブル自身をCAMに登録するので、登録できるエントリ数はCAMのエントリ数に限定されてしまう。ルータのルーティングテーブルに適用した場合でも、ネットワークの大規模化によりルーティングテーブルのエントリ数は増加の一途をたどっているため、CAMの大容量化が必要となる。CAMのエントリ数は現時点においては256や512と比較的少なく、大容量化は今後の課題となっている。またルーティングプロトコルによっては、ルーティングテーブルを検索するキーの情報が、CAMのエントリサイズよりも大きな場合が考えられる。

【0005】本発明の目的は、CAMを利用する際の長所である検索処理の高速化を活かし、現時点では短所であるエントリ数やエントリサイズの制限を補足して、ルーティングテーブル、フィルタリングテーブルあるいは

アドレス解決テーブルの検索処理の高速化を図るための方式を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、ルータ装置において、CAMをキャッシュメモリの一部としてルーティング制御部、フィルタリング制御部あるいはアドレス解決制御部に各々利用することを特徴とする。例えば、ルーティング制御部において、受信パケットから宛先アドレスを抽出し、宛先アドレスをキーとして一度ルーティングテーブルを検索し、ルーティングテーブル上の該当エントリへのポインタが分かっている宛先アドレスをCAMに登録する。そして、CAMのエントリに対して1対1に対応するエントリを持つ対応テーブルに、上記ルーティングテーブルの該当エントリへのポインタを登録する。

## 【0007】

【作用】本発明によれば、同じ宛先アドレスに対して再度テーブルを検索する場合は、CAMに宛先アドレスの照合を行うと、該当アドレスの登録の有無が瞬時に分かり、登録有りの場合にはCAMの該当アドレスが登録されているエントリに対応する対応テーブルのエントリからテーブルへのポインタが得られることにより、テーブル検索時の高速化を図ることができる。

【0008】このように、ルーティングテーブル、フィルタリングテーブルあるいはアドレス解決テーブルの検索用のキャッシュメモリとして、CAMと対応テーブルを設けることにより、検索回数の多い宛先アドレスがキャッシュメモリに登録されることにより、テーブル検索時の高速化を図り、ルーティング処理能力を向上させることができる。また、対応テーブルを設けていることにより、CAMによるエントリサイズ等の制約を、解決できる。

## 【0009】

【実施例】以下、本発明の第一の実施例を図1～図15を用いて説明する。第一の実施例は、ルータにおけるルーティングテーブルの検索に特徴がある。先ず図1に、本発明が適用されるルータの構成例を示す。同図において、100がルータであり、そのネットワークインタフェース110（110Aないし110D）は、それぞれフィルタリング制御部120（120Aないし120D）、ルーティング制御部130（130Aないし130D）に分かれている。フィルタリング制御部120は、それぞれフィルタリングテーブル140（140Aないし140D、ただし図1の中では140A以外は図示省略、以下同じ）を有する。また、ルーティング制御部130は、それぞれCAM151と、対応テーブル152からなるキャッシュメモリ150と、ルーティングテーブル154と、パケットの送受信バッファ156を有する。160はルータ管理部、162は予備部、170は管理装置をそれぞれ示している。

【0010】端末191と192がローカルエリアネットワーク(LAN)181に、端末193と194がLAN182にそれぞれ接続され、LAN181と182、ワイドエリアネットワーク(WAN)183と184が、ルータ100内のネットワークインタフェース110Aないし110Dにそれぞれ接続されている。

【0011】図2はネットワークインタフェース110Aの構成例を示す。フィルタリング制御部120Aは、LAN181とパケットを送受信するネットワーク送受信回路210Aと、フィルタリングテーブル140Aを10 検索してルーティング制御部130Aの受信バッファ230Aに渡すか廃棄するかどうかを判定するフィルタリング制御回路220Aを有する。ルーティング制御部130Aは、受信バッファ230Aに格納されたパケットをCAM151A及び対応テーブル152Aを介してルーティングテーブル154Aを検索して他のネットワークインタフェース(例えば、110B)に送信するために、パケットに必要な情報を付加しインタフェース間送受信回路250Aに渡すか廃棄するかどうかを判定するルーティング制御回路240Aと、ネットワーク送受信回20 路210Aを介してLAN181へ送信するための送信バッファ260Aを有する。これらの回路はプロセッサ270Aがメモリ280A内のプログラムにより制御する。

【0012】図1と2に示したルータ100は、通常はISO(International Organization for Standard)のOSI(Open Systems Interconnection)参照モデルの第3レイヤであるネットワークレイヤで端末間の情報の経路制御(以下ルーティングと称す)を行う(ルータ処理)が、ルータ100が第3レイヤでサポートしていない30 プロトコルの情報を受信した場合にはルーティングできないので、OSI参照モデルの第2レイヤであるデータリンクレイヤでルーティングを行う(ブリッジ処理)。図3にルータ100のルータ処理とブリッジ処理の分岐を示す。ルータ100は端末間でやり取りされるパケットを受信すると、パケットからネットワークレイヤのプロトコルを示すプロトコルタイプを抽出し(ステップ310)、抽出が可能ならば(320)抽出したプロトコルタイプがルータ100のサポートしているプロトコルかどうかを判定し(330)、サポートしている40 場合はルータ処理を行い(340)、サポートしていない場合とステップ320においてプロトコルタイプが抽出不可能ならばブリッジ処理を行う(350)。本発明は、ルータ処理とブリッジ処理の両方に有効であるが、以下ではまず、ルータ処理340に注目して説明を行う。

【0013】図4はルーティングテーブル154のフォーマットの一例を示す。宛先ネットワークアドレス、宛先ネットワークアドレスに対するマスク、送出ネットワーク内での宛先ネットワークアドレス、送出インタフェ

ース番号を格納するエントリ410を複数個持つ。

【0014】図5はフィルタリングテーブル140のフォーマットの一例を示す。データリンクレイヤアドレス(以下物理アドレスと称す)を格納するエントリ510を複数個持つ。

【0015】図6はキャッシュメモリ150(CAM151及び対応テーブル152)のフォーマットの一例を示す。CAM151は宛先ネットワークアドレスを格納するエントリ610を複数個持つ。対応テーブル152は宛先ネットワークアドレス、ルーティングテーブル154内のどのエントリ410に対応しているかを示すポインタを格納するエントリ620を複数個持つ。CAM151の各々のエントリ(例えば610)は対応テーブル152の各々のエントリ(例えば620)と1対1で対応している。

【0016】図7は本発明が適用されるルータをネットワークに接続した一例を示す。ネットワーク721には端末731及び732が接続され、ネットワーク722には端末733が接続され、ネットワーク721と722はルータ100のネットワークインタフェース110Aと110Bを介して相互接続されている。またネットワーク723には端末734が接続され、ネットワーク722と723はルータ100と同様のルータ700のネットワークインタフェース710Aと710Bを介して相互接続されている。これらのネットワークシステムには、システム内で一意であるネットワークアドレスを定義し、ネットワーク721ないし723、ルータ100及び700のネットワークインタフェース110A、110B、710A、710B、端末731ないし734に割り当てる。このネットワークアドレスは、OSI参照モデルのネットワークレイヤで扱うアドレスである。ネットワークアドレスは例えば32ビットからなり、これを8ビットずつの4つの組に分けて10進数で表現する方法が一般的であり、図7に示したネットワークアドレス741ないし743はこの表記法に従っている。

【0017】ネットワークアドレスは、属しているネットワーク番号を表すフィールドと、そのネットワーク内の各要素(ネットワーク721ないし723、ルータ100および700のネットワークインタフェース110A、110B、710A、710B、端末731ないし734)を識別するフィールドに分割される。図7の例では上位16ビットがネットワーク番号、下位16ビットが要素識別子となっている。ネットワーク721のネットワークアドレス741は133.144.0.0であるが、これはネットワーク番号が133.144、要素識別子が0.0であることを示している。

【0018】ルータ100及び700のネットワークインタフェース110A、110B、710A、710B、端末731ないし734の各々については、上記の

ネットワークアドレスの他に、OSI参照モデルのデータリンクレイヤで扱う物理アドレスが付与されている。この物理アドレスは、自分が属しているネットワーク内でのみ有効な情報であり、ネットワーク内部のルーティング制御に用いられる。

【0019】図8に、図7で示したネットワークシステムに割り当てたネットワークアドレスおよび物理アドレスを示す。物理アドレスは16ビットまたは48ビットであるが、実施例の動作を簡単に説明するために適当な幅にしている。

【0020】図7で示したネットワークシステム構成で、図8で示したアドレスの割り当てにより、図9にルータ100のネットワークインタフェース110Aが持つルーティングテーブル154Aの一例とフィルタリングテーブル140Aの一例を示す。他のネットワークインタフェースにも154Aと140Aと同様なテーブルが存在する。ルーティングテーブル154Aの内容は、ルータ100及び700の間で実行されるルーティングプロトコルにより動的に生成されてもよいし、予め管理者が登録することにより静的に生成されてもよい。

【0021】ルーティングテーブル154Aには、特定のネットワークが自分のどのネットワークインタフェースを介して到達可能であるか、また、そのネットワークインタフェースを介してパケットを送出したとき、送出ネットワーク内での宛先をどこにすればよいか、の情報が書かれている。送出ネットワーク内での宛先＝「Null」は、該当するネットワークに自ルータが接続されていることを示す。

【0022】次に、本発明の第一の実施例の動作を、ネットワークインタフェース110A、110Bに注目して、図9ないし図14を用いて説明する。図9は動作開始前におけるネットワークインタフェース110A内のルーティングテーブル154Aの内容とフィルタリングテーブル140Aの内容を示す。

【0023】図10にネットワークインタフェース110Aで受信されるパケットの一例を示す。(a)は端末731から端末733宛に通信を行うパケット1010、(b)は端末732から端末734宛に通信を行うパケット1020を示す。TYPEはプロトコルのタイプ、FCSはフレームチェックシーケンスである。

【0024】図11はキャッシュメモリ150AのCAM151A及び対応テーブル152Aの内容と、ネットワークインタフェース110Bが持つ、ネットワークアドレスと物理アドレスのマッピングを行うためのアドレス解決テーブル1150の内容を示す。図12はフィルタリング処理部120Aの処理フロー、図13はルーティングテーブル検索終了までのルーティング処理部130Aの処理フローを示す。図14はネットワークインタフェース110Bと710Bからそれぞれ送信されるパケットの一例を示す。

【0025】以下の説明では、ネットワークインタフェース110Aが図10に示すパケットを受信してから宛先端末に達するまでの動作を説明する。

(1) パケット1010を受信する場合

図12に示すように、フィルタリング制御部120Aは受信パケット1010から宛先物理アドレスDA(=0001)を抽出し(ステップ1210)、DAをキーとして図9のフィルタリングテーブル140Aを検索し(1220)、DAと物理アドレスが一致するエントリが存在しないので(1230)、パケット1010を受信バッファ230Aに格納する(1250)。

【0026】図13に示すように、ルーティング制御部130Aは受信バッファ230Aに格納されたパケット1010から宛先ネットワークアドレスDN(=133.144.0.3)を抽出し(1310)、DNをキーとして図11のCAM151Aにハードウェア的に検索要求を出す(1320)。DNと宛先ネットワークアドレスが一致するエントリが有るとき(1330)、対応テーブルに登録されている宛先ネットワークアドレスがDNと一致するかどうかを調べる(1340)。一致している場合には、ルーティングテーブル154AへのポインタRPを取得する(1350)。

【0027】次に、RPが指すルーティングテーブル154Aのエントリ910のマスク(=255.255.0.0)をDN(=133.145.0.3)にかけた値MN(=133.145.0.0)を計算する(1360)。MNはエントリ910内の宛先ネットワークアドレス(=133.145.0.0)と一致しているので(1370)、このエントリ910が検索結果としてルーティング処理に使用される。

【0028】なお、ステップ1330においてDNと宛先ネットワークアドレスが一致するエントリが無しの場合、あるいは、ステップ1340において対応テーブルに登録されている宛先ネットワークアドレスがDNと一致していない場合、ステップ1370においてMNがエントリ910内の宛先ネットワークアドレスと一致しない場合は、いずれもキャッシュミスヒットとなり、ルーティングテーブル154AをDNをキーとして直接検索する処理を行う(1380)。

【0029】上記のルーティング制御部の検索結果により、パケット1010はエントリ910に示される送出インタフェース110Bに転送される。送出ネットワーク内での宛先はNullとなっているので、端末733はネットワークインタフェース110Bに接続しているネットワーク上に存在するので、アドレス解決テーブル1150(図11)を端末733の宛先ネットワークアドレス(=133.145.0.3)でそのまま検索して、宛先物理アドレス(=000C)を得る。したがって、ネットワークインタフェース110Bからは図14の(a)に示すパケット1410が送信され、宛先端末733にパケット1410が到達する。

【0030】(2) パケット1020を受信する場合  
(1)と同様のルーティングテーブル検索が行われ、図9に示すエントリ920が検索結果としてルーティング処理に使用される。この結果により、パケット1020はエントリ910に示される送出インタフェース110Bに転送される。送出ネットワーク内での宛先は133.145.0.2となっているので、端末734はネットワークインタフェース110Bに接続しているネットワーク上に存在しない。そこで、図11のアドレス解決テーブル1150を送出ネットワーク内での宛先(=133.145.0.2)で検索して宛先物理アドレス(=0003)を得る。したがって、ネットワークインタフェース110Bからは図14の(b)に示すパケット1420が送信される。

【0031】このパケット1420は、ネットワークインタフェース710Aにより受信され、上記のネットワークインタフェース110Aと同様の処理が行われ、ネットワークインタフェース710Bに転送され、ネットワークインタフェース710Bから図14の(c)に示すパケット1430が送信され、宛先端末734宛にこのパケット1430が到達する。

【0032】次に、ネットワークインタフェース110Aに注目して、図6及び図9ないし図15を用いてCAM及び対応テーブルの登録方式を説明する。図10で示したパケット1010を受信する前のCAM及び対応テーブルは、図6で示したようなフォーマットで何も登録されていない状態とする。ルーティングテーブル154Aとフィルタリングテーブル140Aは図9で示した内容になっているものとする。図15はルーティング処理部130Aの処理フローを示す。

【0033】以下の説明では、ネットワークインタフェース110Aが図10で示したパケット1010を受信する場合の動作について説明する。図12で示したように、パケット1010が受信バッファ230Aに格納されるまでは、第一の実施例と同様の動作を行う。図13で示したように、CAM及び対応テーブルに何も登録されていない状態では、ステップ1380のキャッシュミスヒット処理を行うことになる。

【0034】図15に示すように、ルーティング制御部130Aは受信バッファ230Aに格納されたパケット1010から抽出した宛先ネットワークアドレスDN(=133.144.0.3)をキーとしてルーティングテーブル154Aを検索し(ステップ1510)、1エントリ毎に内容を読み出し、DNにマスクをかけた情報が宛先ネットワークアドレスと一致するエントリが見つかるまで検索を行う。その結果、一致するエントリがある場合(1520)、このエントリのポインタRPを取得し(1530)、CAM151に空きエントリがあるか調べ、空きエントリがある場合(1540)、その空きエントリにDNを登録し(1550)、そのエントリに

応する対応テーブルのエントリにDNとRPを登録する(1560)。ステップ1520において、一致するエントリが見つからない場合は登録不可とする。ステップ1540において、CAMに空きエントリがない場合は、使用中エントリから適切なアルゴリズムを用いてその中から1つを空きエントリにして(1570)、そのエントリにDNを登録する(1550)。

【0035】次に本発明の第二の実施例を図16を用いて説明する。第二の実施例は、第一の実施例におけるCAM及び対応テーブルの登録方式の変形例である。すなわち、ルーティングテーブル154検索のための検索キーである宛先ネットワークアドレスが、CAM151のエントリサイズよりも大きい場合の、CAM及び対応テーブルの登録時及びルーティングテーブル検索時の動作について、図16のルーティング制御部の処理フローを用いて説明する。この処理は、図15のステップ1530以降の処理を置き換えた処理フローである。

【0036】図16に示すように、CAMの空きエントリが見つかり(ステップ1540、1570)、宛先ネットワークアドレスDNをCAMのエントリサイズに変換するハッシュ関数Hにより、DNをハッシュ処理後の宛先ネットワークアドレスHNに変換し(1610)、CAMの空きエントリにはこのHNを登録し(1620)、対応テーブルの対応するエントリにはDNとルーティングテーブルへのポインタRPを登録する(1560)。

【0037】また、第三の実施例を図17により説明する。この実施例は、図13のステップ1320から1330の処理を置き換えるものである。すなわち、図13のステップ1310でパケットから抽出された宛先ネットワークアドレスDNをハッシュ関数でHNに変換し(1710)、このHNをキーとしてCAMにハードウェア的に検索要求を出し(1720)、HNと宛先ネットワークアドレスが一致するエントリがあるかを調べ(1730)、エントリがある場合には図13のステップ1340以降の処理を行い、エントリがない場合には図13のステップ1380のキャッシュミスヒット処理を行う。このキャッシュミスヒット処理は、図15と図16で示す処理フローである。

【0038】次に本発明の第四の実施例を図18を用いて説明する。この実施例は、CAM150及び対応テーブル152の登録方式の変形例である。第一の実施例で述べたように、ルーティングテーブル154の検索のための検索キーとして宛先ネットワークアドレスを使用しているが、ルーティングプロトコルの種類によっては、上記宛先ネットワークアドレスとその他の情報を使用する場合がある。このその他の情報としては、例えば通信品質のサービス(TOS: Type Of Service、またはQOS: Quality Of Serviceと呼ばれる)等がある。具体的には、宛先に対して複数の経路が存在する場合など

に、上記の通信品質サービス等の設定が可能としているルーティングプロトコルが該当する。この場合ルーティングテーブルには、宛先ネットワークアドレスは同じだが通信品質サービスの値が異なるエントリが複数存在する。図18は検索キーとして宛先ネットワークアドレスとTOSを使用する場合の、ルーティングテーブル154とCAM151及び対応テーブル152のフォーマットの一例を示し、各々複数のエントリ1810~1830を有する。

【0039】検索キーが複数ある場合には、それらを文字列として合成して1つのキーとし、第一ないし第三の実施例で説明した検索キーである宛先ネットワークアドレスと置き換えて考えることにより、動作は明らかである。合成したキーがCAMのエントリサイズよりも大きくなる場合でも、第三の実施例により解決できる。

【0040】次に本発明の第五の実施例を図19~図21を用いて説明する。第五の実施例は、アドレス解決テーブルの検索方式及び登録方式を示す。第一の実施例及び第二の実施例の動作の説明における、一連の動作の流れの中でアドレス解決テーブルの使用例も示したが、第五の実施例では上記アドレス解決テーブルの検索及び登録に対して、CAMと対応テーブルを用いた場合の動作の説明を行なう。

【0041】図19は、図2で示したネットワークインタフェース構成図のルーティング制御部だけを抜き出し、アドレス解決テーブル及びその制御回路を付加したものである。アドレス解決制御回路1910Aは、ネットワークアドレスと物理アドレスとのマッピングテーブルであるアドレス解決テーブル1924Aと、キャッシュメモリ1920Aすなわち検索キーを格納するCAM1920A及びアドレス解決テーブルへのポインタを格納する対応テーブル1922Aを制御する。

【0042】第一の実施例及び第二の実施例の動作におけるルーティングテーブル検索後の動作について、第五の実施例で説明する。図20の(a)はアドレス解決テーブルの内容(図11の110Bと同じ)、図20の(b)はCAM及び対応テーブルの内容を示す。図21はルーティングテーブル検索後のルーティング処理部130Aの処理フローを示す。

【0043】パケット1010を受信する場合、図13での処理ステップ1370及び図15の処理ステップ1560の後で、端末733の宛先ネットワークアドレスDN1(=133.145.0.3)をキーとして、図19のCAM1921Aにハードウェア的に検索要求を出す(ステップ2105)。DN1と宛先ネットワークアドレスが一致するエントリ(2040)が有るとき(2110)、対応テーブルに登録されている宛先ネットワークアドレス(=133.145.0.3)がDN1と一致するかどうかを調べ(2115)、一致しているのでアドレス解決テーブル1924AへのポインタRP1(=1002)

を取得する(2120)。アドレス解決テーブル1924Aの該当ポインタのエントリ2020から、宛先物理アドレス(=000C)を得る。一方、処理ステップ2110または2115において、NOの場合はキャッシュミスヒットとなり、図15で示したキャッシュミスヒット時の処理と同様な処理を行なう(2125ないし2155)。

【0044】次に本発明の第六の実施例を図22~図24を用いて説明する。第六の実施例では、ルータ装置がブリッジ機能も備えている場合の、ルーティング制御部のフィルタリングテーブルの検索方式及び登録方式を示す。図22に示す実施例は、図19のルーティング制御部の構成に、フィルタリングテーブル及びその制御回路を付加したものである。ブリッジ制御回路2210Aは、物理アドレスと送出インタフェースとのマッピングテーブルであるフィルタリングテーブル2224Aと、キャッシュメモリ2220A(検索キーを格納するCAM2220A、フィルタリングテーブルへのポインタを格納する対応テーブル2222A)を制御する。図23の(a)はフィルタリングテーブルの内容、図23の(b)はCAM及び対応テーブル2220Aの内容を示す。図23の(c)は図7のネットワークシステムの構成例で、端末731から端末733へのブリッジ処理されるパケットの例を示す。図24はルーティング処理部130Aにおけるブリッジ処理(図3での処理ステップ350)の処理フローを示す。ただし、図24では、フィルタリングテーブル2224A自身の学習処理について説明を省略する。

【0045】パケット2370を受信すると、図3のルータ処理とブリッジ処理の分岐において、パケット2370のTYPEフィールドがサポートされていないものとする、ブリッジ処理(ステップ350)が行なわれる。端末733の宛先物理アドレスDA(=000C)をキーとして、図22のCAM2221Aにハードウェア的に検索要求を出し(ステップ2405)、DAと宛先物理アドレスが一致するエントリ(2340)が有となり(2410)、対応テーブルに登録されている宛先物理アドレス(=000C)がDAと一致するかどうかを調べ(2415)、一致しているのでフィルタリングテーブル2224AへのポインタRP3(=2002)を取得する(2420)。フィルタリングテーブル2224Aの該当ポインタのエントリ2320から、送出インタフェース(=110B)を得る。処理ステップ2410または2415において、NOの場合はキャッシュミスヒットとなり、図15で示したキャッシュミスヒット時の処理と同様な処理を行なう(2425ないし2455)。ブリッジ処理の場合、DAと宛先物理アドレスの一致するエントリがない場合(2430)は、送出インタフェースはすべてのインタフェース(同報)となり、DAと宛先物理アドレスの一致するエントリが有の



場合(2430)で、送出インタフェースが受信したインタフェースと等しい(=110A)場合はパケット廃棄となる。

#### 【0046】

【発明の効果】本発明によれば、ルーティングテーブル、フィルタリングテーブルあるいはアドレス解決テーブルの検索用のキャッシュメモリとして、CAMと対応テーブルを設けることにより、検索回数の多い宛先アドレスがキャッシュメモリに登録される。これにより、テーブル検索時の高速化を図り、ルーティング処理等の能力を向上させることができる。また、CAMによるエントリサイズ等の制約も、対応テーブルを設けていることにより解決できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例になるルータの構成図である。

【図2】図1のネットワークインタフェース構成の詳細を示す図である。

【図3】図1の装置におけるルータ処理とブリッジ処理の分岐を示す図である。

【図4】図1のルーティングテーブルの一例を示す図である。

【図5】図1のフィルタリングテーブルの一例を示す図である。

【図6】図1のCAM及び対応テーブルのフォーマットの一例を示す図である。

【図7】第一の実施例のネットワークシステムの構成例を示す図である。

【図8】図7のネットワークシステムのアドレス割り当てを示す図である。

【図9】第一の実施例のネットワークインタフェース110Aが持つテーブルの内容の一例を示す図である。

【図10】第一の実施例のネットワークインタフェース110Aで受信されるパケットの一例を示す図である。

【図11】第一の実施例のCAM及び対応テーブル及びアドレス解決テーブルの内容の一例を示す図である。

【図12】第一の実施例のフィルタリング制御部の処理

フローを示す図である。

【図13】第一の実施例のルーティング制御部の処理フローを示す図である。

【図14】第一の実施例のネットワークインタフェース110B及び710Bから送信されるパケットの一例を示す図である。

【図15】第一の実施例のCAM及び対応テーブルの登録処理フローを示す図である。

【図16】第二の実施例のルーティング制御部の処理フローを示す図である。

【図17】第三の実施例のルーティング制御部の処理フローを示す図である。

【図18】第四の実施例のテーブルの内容の一例を示す図である。

【図19】第五の実施例のルーティング制御部の構成図を示す図である。

【図20】第五の実施例のアドレス解決テーブル、CAM及び対応テーブルの内容の一例を示す図である。

【図21】第五の実施例のルーティング制御部の処理フローを示す図である。

【図22】第六の実施例のルーティング制御部の構成図を示す図である。

【図23】第六の実施例のフィルタリングテーブル、CAM、対応テーブルの内容およびネットワークインタフェース110Aで受信されるパケットの一例を示す図である。

【図24】第六の実施例のルーティング制御部の処理フローを示す図である。

#### 【符号の説明】

100…ルータ、110…ネットワークインタフェース、120…フィルタリング制御部、130…ルーティング制御部、140…フィルタリングテーブル、150…キャッシュメモリ、151…CAM、152…対応テーブル、154…ルーティングテーブル、181～184…ネットワーク、191～194…端末、1010、1020、1410～1430…パケット、1150…アドレス解決テーブル

【図4】

図 4

154			
宛先ネットワークアドレス	マスク	送出ネットワーク内の宛先	送出インタフェース
⋮	⋮	⋮	⋮

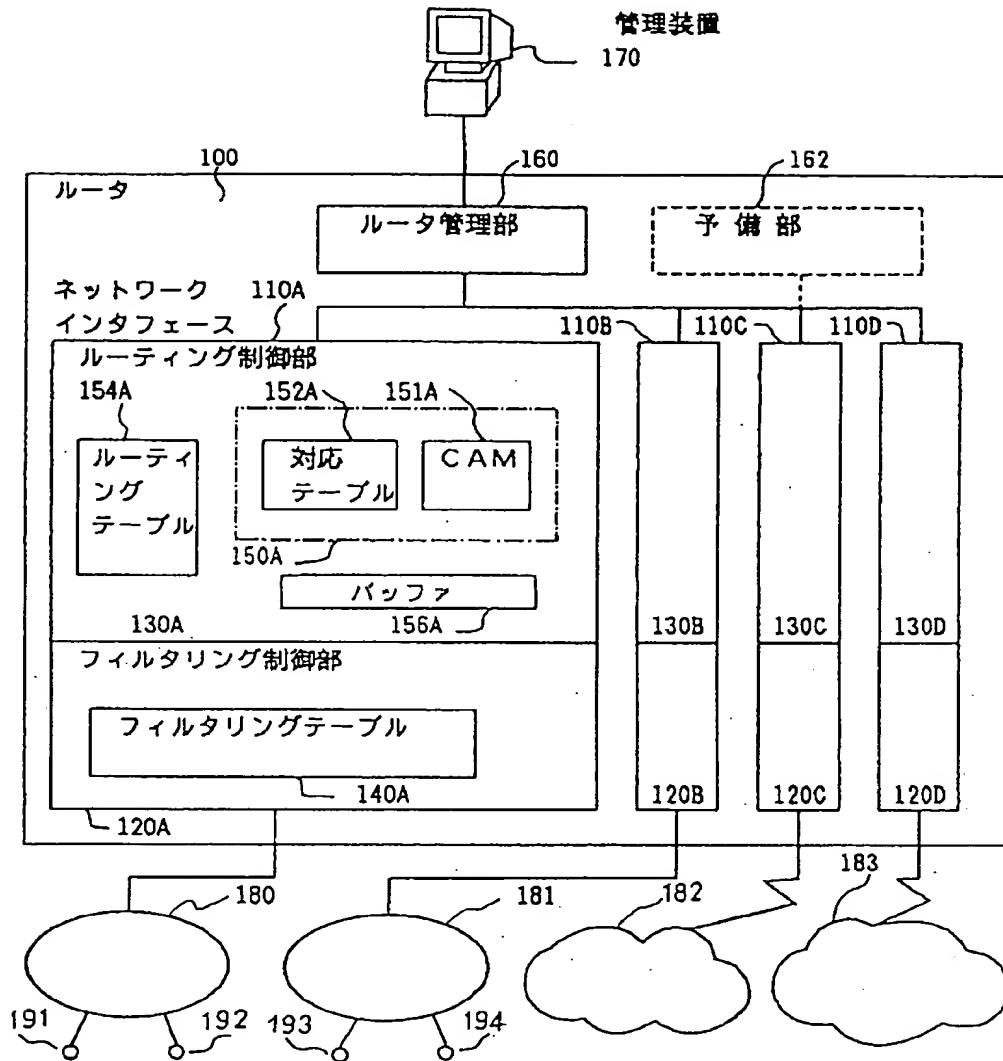
【図5】

図 5

140	
物理アドレス	
⋮	

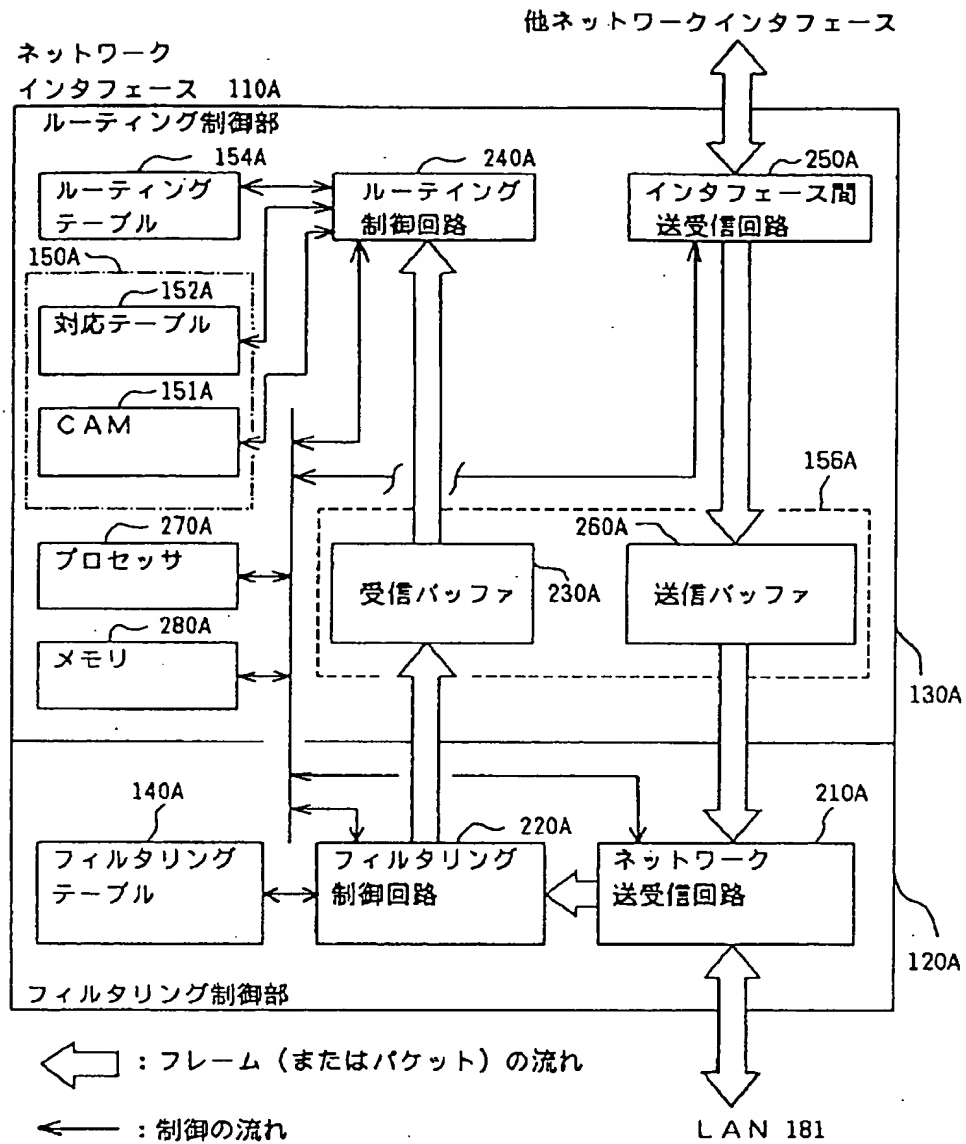
【図1】

図 1



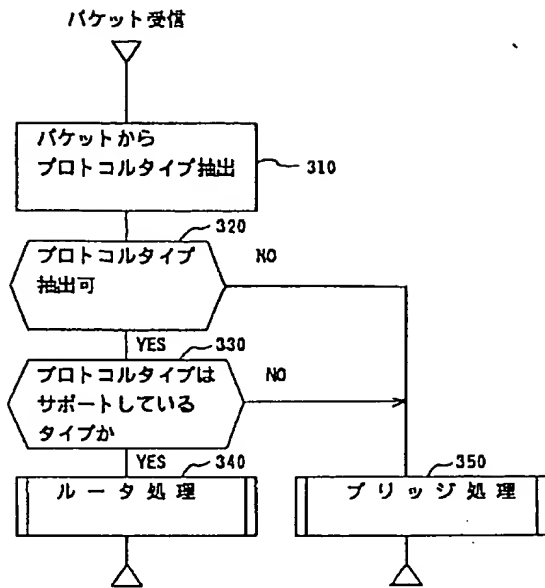
【図2】

図 2



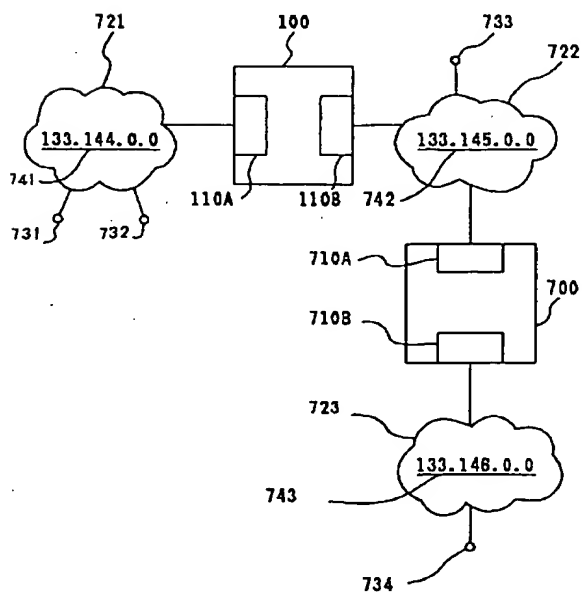
【図3】

図 3



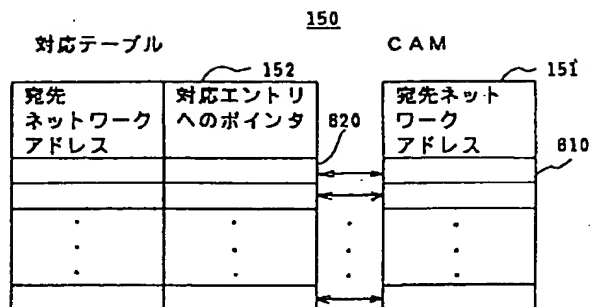
【図7】

図 7



【図6】

図 8



【図8】

図 8

ルータ・インタフェース・端末		ネットワークアドレス	物理アドレス
ルータ 100	ネットワーク	133.144.0.1	0001
	インタフェース11CA		
ルータ 700	ネットワーク	133.145.0.1	0002
	インタフェース11CB		
ルータ 700	ネットワーク	133.145.0.2	0003
	インタフェース710A		
ルータ 700	ネットワーク	133.146.0.1	0004
	インタフェース710B		
端末 731		133.144.0.2	000A
端末 732		133.144.0.3	000B
端末 733		133.145.0.3	000C
端末 734		133.146.0.2	000D

【図10】

図 10

(a)

宛先物理アドレス	送信元物理アドレス	宛先ネットワークアドレス	送信元ネットワークアドレス	データ	FCS
0001	000A	TYPE	133.145.0.3	133.144.0.2	

TYPE : プロトコルのタイプ

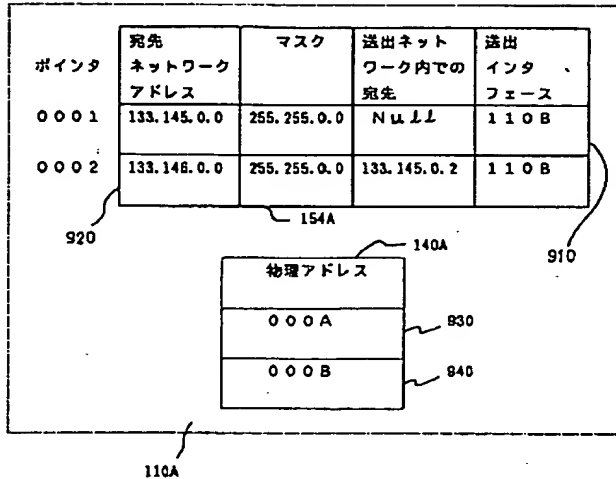
FCS : フレームチェックシーケンス

(b)

宛先物理アドレス	送信元物理アドレス	宛先ネットワークアドレス	送信元ネットワークアドレス	データ	FCS
0001	000B	TYPE	133.146.0.2	133.144.0.3	

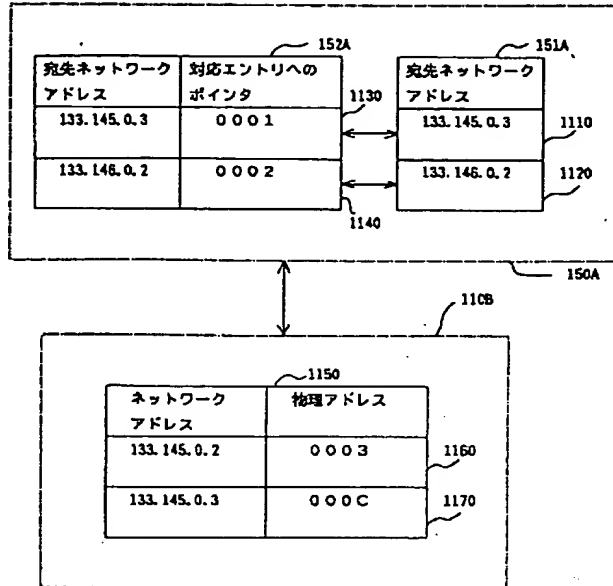
【図9】

図 9



【図11】

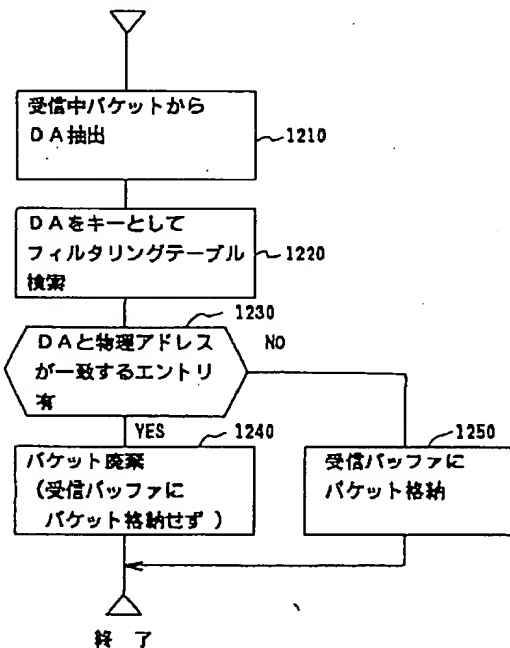
図 11



【図12】

図 12

ネットワーク送受信回路からパケット受信



【図14】

図 14

(a) 端末731から端末733宛通信

宛先物理アドレス	送信元物理アドレス	宛先ネットワークアドレス	送信元ネットワークアドレス	データ	FCS
000C	000A	TYPE	133.145.0.3	133.144.0.2	

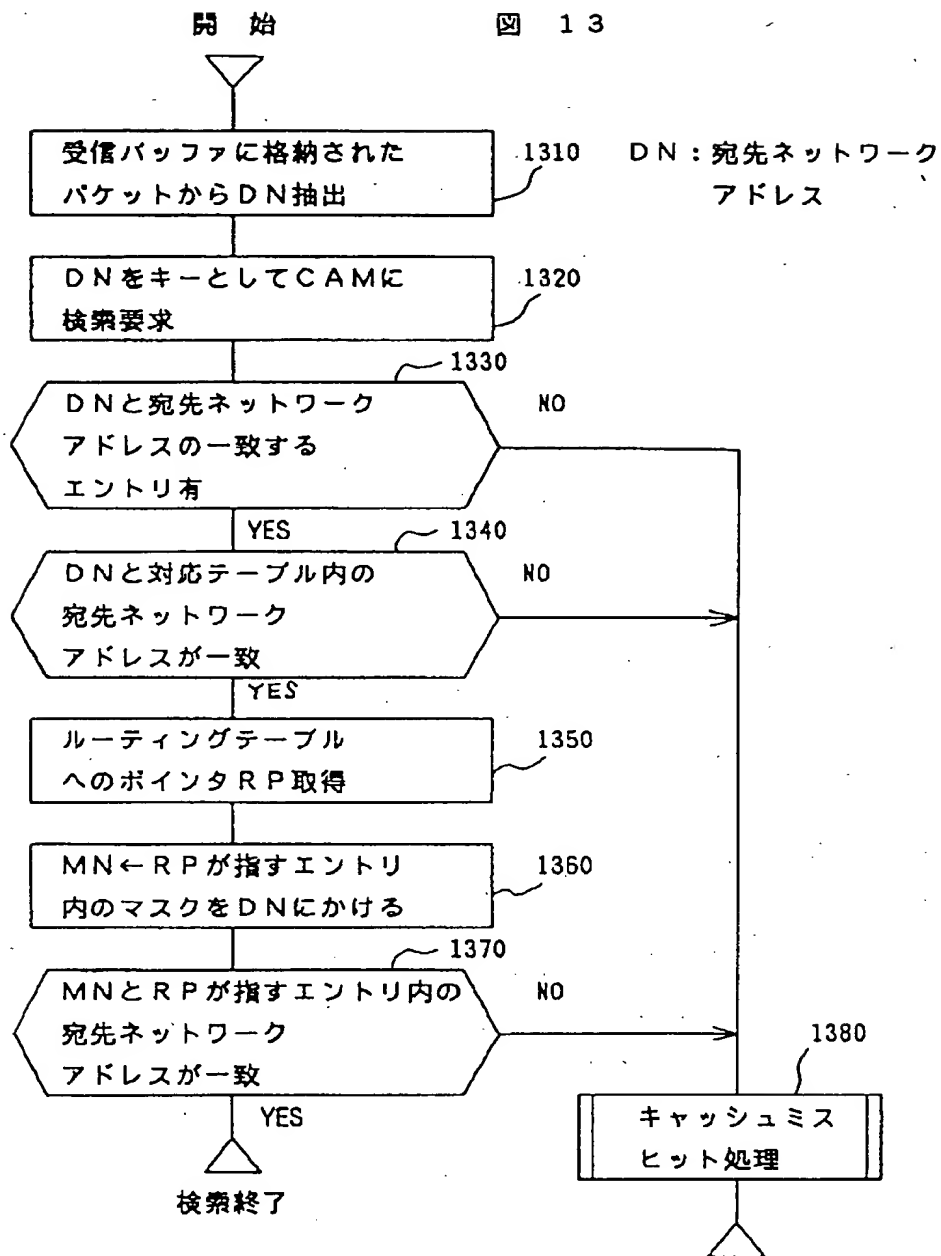
(b) 端末732から端末734宛通信

宛先物理アドレス	送信元物理アドレス	宛先ネットワークアドレス	送信元ネットワークアドレス	データ	FCS
0003	000A	TYPE	133.146.0.2	133.144.0.3	

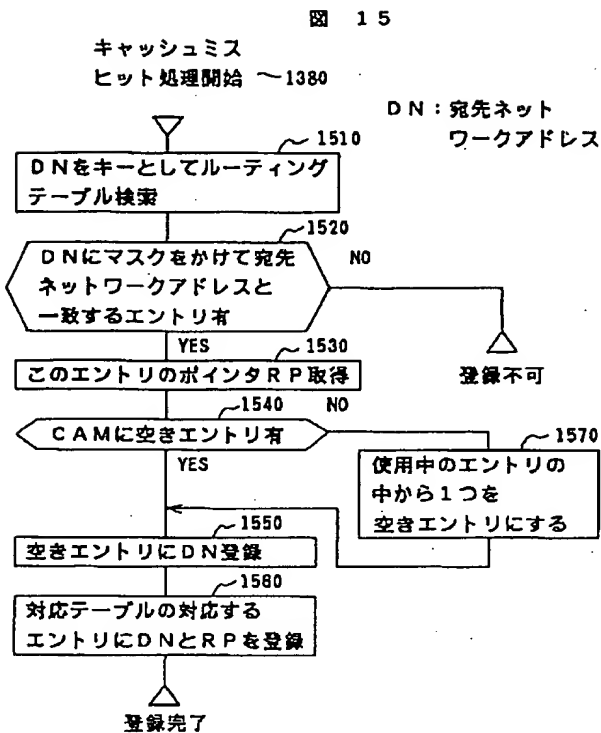
(c) 端末732から端末734宛通信

宛先物理アドレス	送信元物理アドレス	宛先ネットワークアドレス	送信元ネットワークアドレス	データ	FCS
000D	000A	TYPE	133.146.0.2	133.144.0.3	

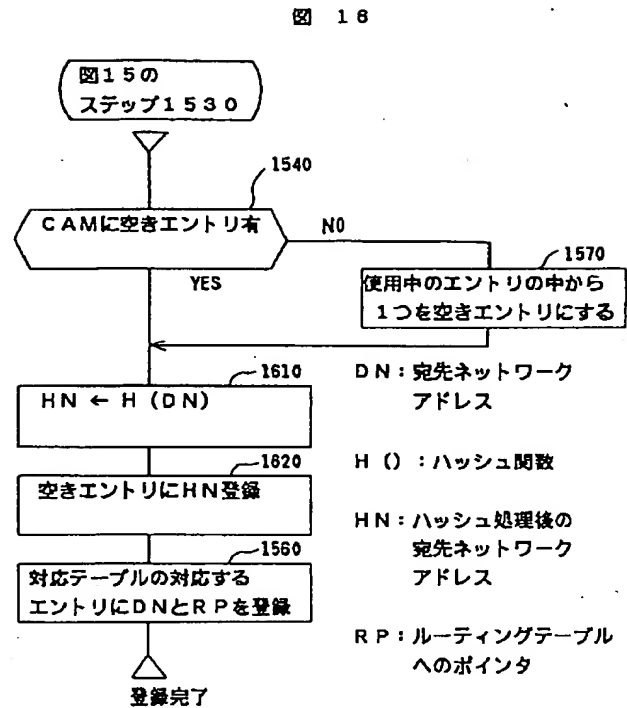
【図13】



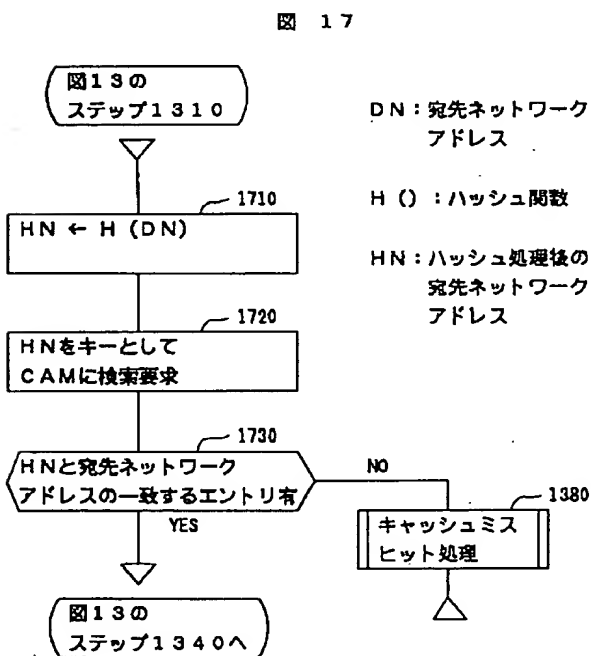
【図15】



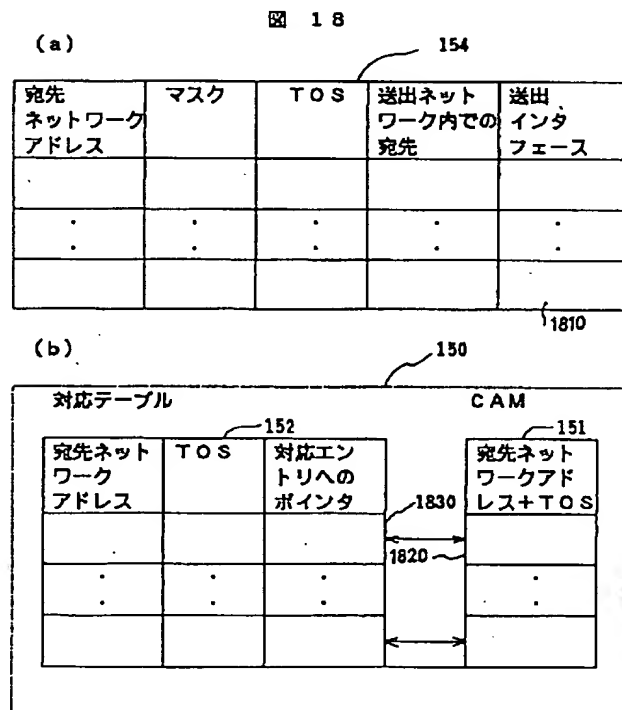
【図16】



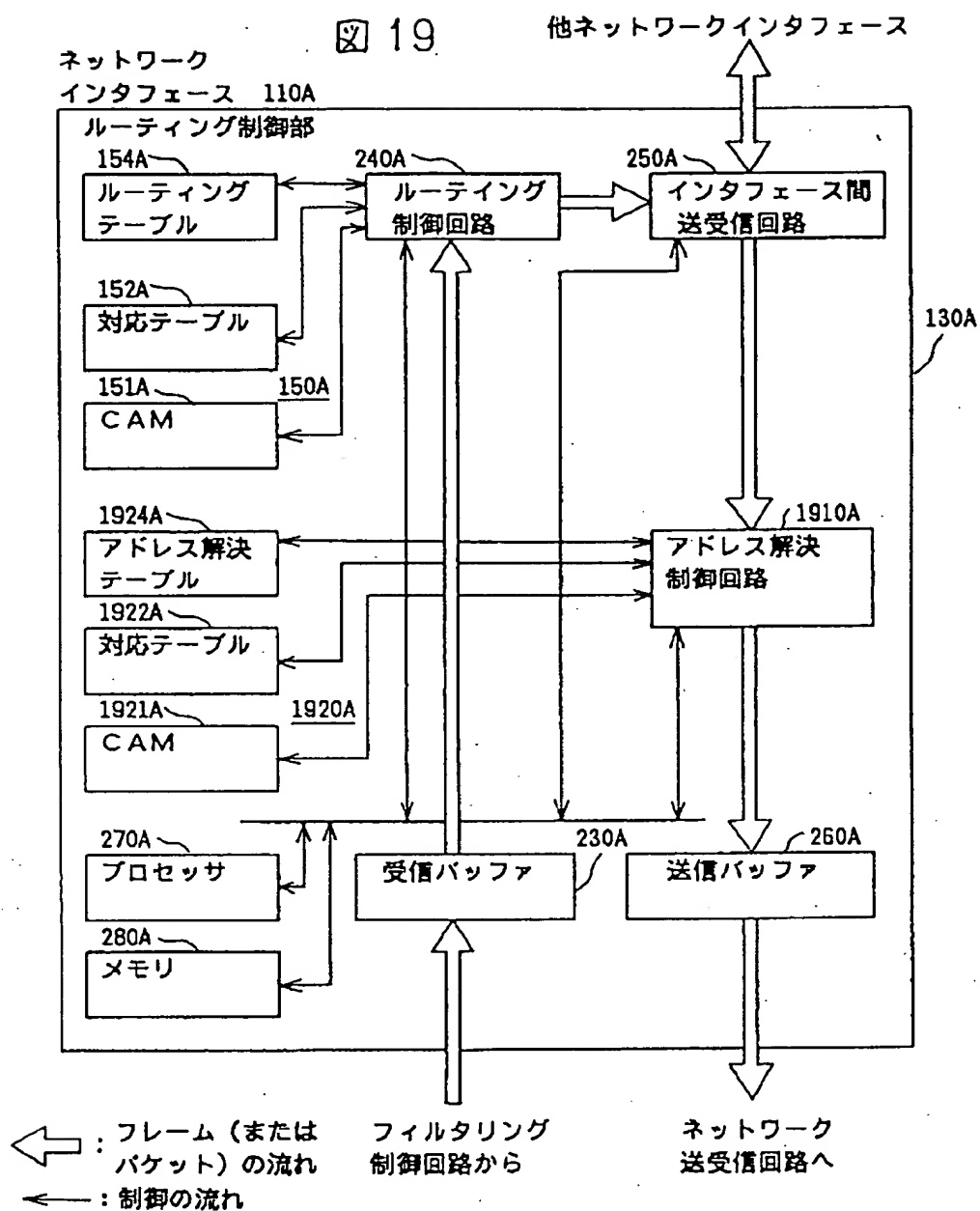
【図17】



【図18】



【図19】





【図 20】

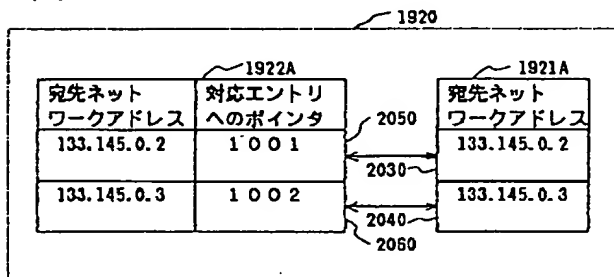
図 20

(a)

ポインタ	ネットワーク アドレス	物理アドレス
1001	133.145.0.2	0003
1002	133.145.0.3	000C

1924A (物理アドレス欄)  
2010 (1001行)  
2020 (1002行)

(b)



【図 23】

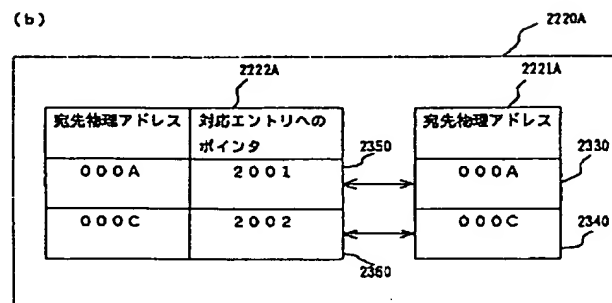
図 23

(a)

ポインタ	物理アドレス	送出 インタフェース
2001	000A	110A
2002	000C	110B

2224A (物理アドレス欄)  
2310 (2001行)  
2320 (2002行)

(b)



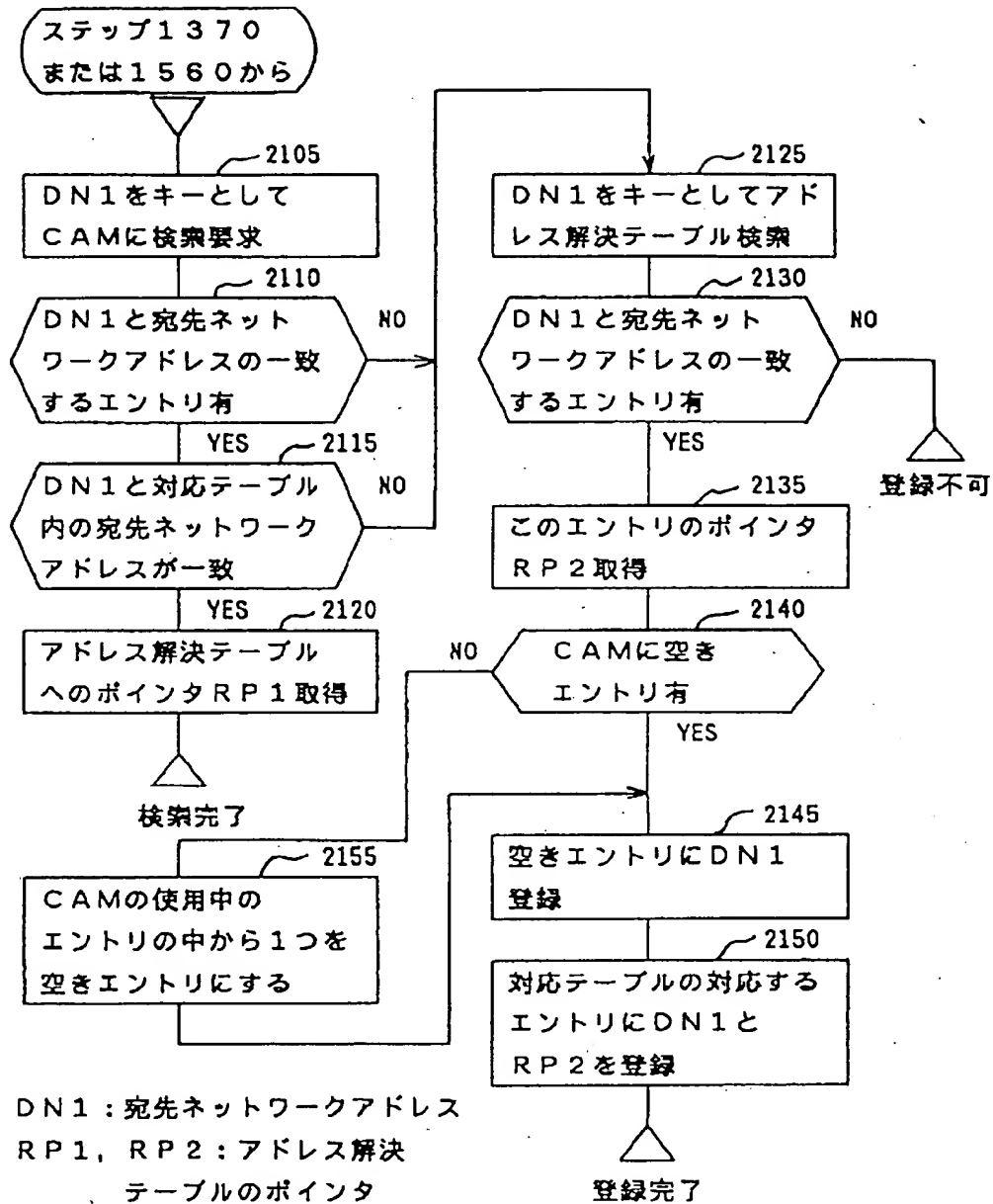
(c)

宛先物理 アドレス	送信元 物理アドレス	TYPE : プロトコルのタイプ	FCS : フレームチェックシーケンス
000C	000A	TYPE	データ

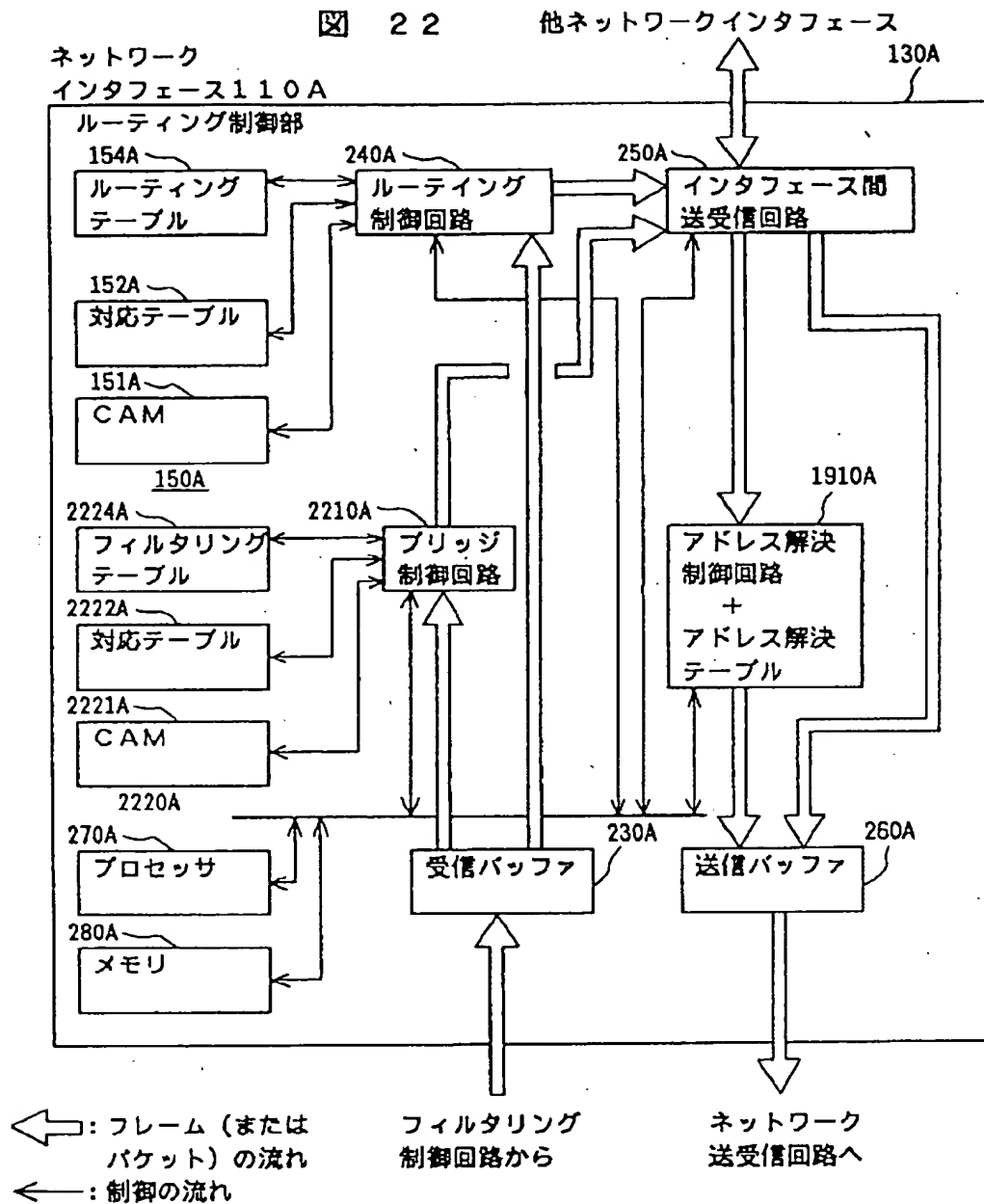
2370 (データ欄)

【図21】

図 21

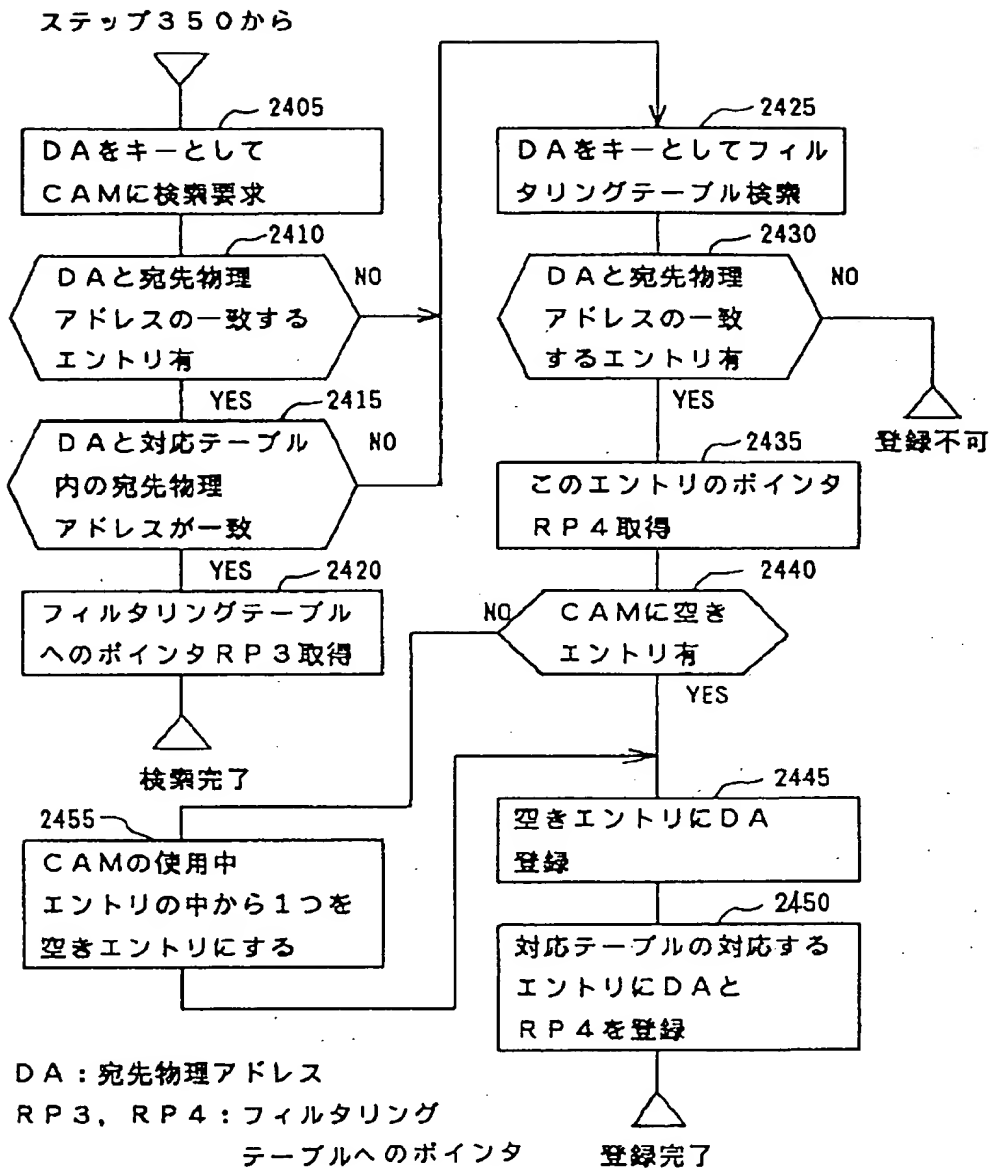


【図22】



【図24】

図 24



フロントページの続き

(72)発明者 左古 義人  
 神奈川県海老名市下今泉810番地 株式会  
 社日立製作所オフィスシステム事業部内